

Для цитирования: Белик И. С., Стародубец Н. В., Ячменева А. И. Энергетический подход к измерению ассимиляционного потенциала региона // Экономика региона. — 2017. — Т. 13, вып. 4. — С. 1211-1220
doi 10.17059/2017-4-19
УДК 330

И. С. Белик, Н. В. Стародубец, А. И. Ячменева

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина
(Екатеринбург, Российская Федерация)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗМЕРЕНИЮ АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА¹

Статья посвящена актуальной проблеме экономики природопользования — разработке методического инструментария количественного определения ассимиляционной способности территории. В статье проведен анализ существующих подходов к определению и оценке ассимиляционного потенциала территории, приводятся преимущества использования энергетического подхода. Авторами предложен методический подход, особенностью которого является применение для количественной оценки ассимиляционного потенциала территории предельно допустимой энергетической нагрузки, которую может на протяжении длительного времени переносить эколого-экономическая система без нарушения своих основных свойств. Предельно допустимая энергетическая нагрузка определяется авторами на основании данных о способности земель различных категорий поглощать парниковые газы, а также величины удельных выбросов парниковых газов на тонну условного топлива. В дальнейшем расчетная величина предельно допустимой энергетической нагрузки в топливных эквивалентах сопоставляется с фактическим потреблением топливных ресурсов на нужды народного хозяйства, что, по предложению авторов, может служить нормативом соизмерения и сбалансированности в эколого-экономической системе. Апробация методического инструментария была проведена авторами на примере Свердловской области, которая характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия. Расчеты показали, что фактическое потребление ископаемого топлива на территории Свердловской области превышает предельно допустимую энергетическую нагрузку, что свидетельствует о несбалансированности в эколого-экономической системе и может привести к дальнейшему ухудшению качества окружающей среды в регионе. Предлагаемый методический подход и расчеты предельно допустимой энергетической нагрузки могут использоваться лицами, принимающими решения, при разработке документов стратегического планирования развития территории, в том числе для формирования его энергетической стратегии.

Ключевые слова: устойчивое развитие, ассимиляционный потенциал, антропогенное воздействие, энергетический подход, предельно допустимая энергетическая нагрузка, выбросы парниковых газов, поглощающая способность территории, топливно-энергетический баланс, энергосбережение, энергетическая стратегия, региональное планирование

Введение

Много лет широко обсуждаемая научным сообществом концепция устойчивого развития (*sustainable development*), принципы которой заложены в основу зеленой экономики, базируется на рассмотрении взаимодействия трех паритетных аспектов — экологического, экономического и социального.

В рамках концепции присутствует точка зрения, поддерживаемая авторами и состоящая в том, что несущая емкость биосферы (то есть экологический аспект устойчивости) выступает как ограничение, как предел, кото-

рый нельзя переходить при развитии цивилизации. [1]. Она отражается в «Концепции перехода РФ к устойчивому развитию»²: «Устойчивое развитие — это стабильное социально-экономическое развитие, не разрушающее своей природной основы». Также в документе отмечается необходимость выполнения условия не превышения несущей емкости биосферы, то есть ее ассимиляционной способности. Таким образом, в теоретическом плане важными для обеспечения устойчивости являются проблемы количественного определения ассимиляционной способности

¹ Белик И. С., Стародубец Н. В., Ячменева А. И. Текст. 2017.

² О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Указ Президента РФ № 440 от 01.04.1996 г.

территории и сопоставления ее с антропогенным воздействием.

Очевидно, что проблема оценки ассимиляционной способности сложна как в методическом плане, так и в практическом аспекте. В статье авторы для решения данной проблемы используют энергетический подход, обосновывая его преимущества.

Теория

Наблюдаемое в настоящее время глобальное превышение антропогенного воздействия над ассимиляционной способностью планеты продолжает увеличиваться, приводя к разрушению экосистем, накоплению отходов и загрязняющих веществ в воздухе, в воде и на суше. Результаты такого превышения угрожают устойчивому развитию всех стран.

В этой связи проблема оценки способности территории растворять, рассеивать или каким-либо другим образом устранять и перерабатывать различного рода отходы деятельности человека остается в настоящее время весьма актуальной.

Изучение ассимиляционного потенциала нашло отражение в трудах многих ученых. В западной литературе под ассимиляционным потенциалом (*assimilation capacity*) окружающей среды понимается ее свойство «принимать определенный объем загрязнений, а затем утилизировать их и преобразовывать в безопасные, а в ряде случаев, имеющие ценность, продукты» [2]. Данная способность окружающей среды перерабатывать поступающие отходы и (или) использовать их в естественных геохимических циклах не только гарантирует защиту экосистем, но и предоставляет обществу ценную экологическую услугу, у которой, во многих случаях, не существует технического эквивалента.

Что касается оценки ассимиляционного потенциала (АП), то в западной литературе она производится либо с позиций эмпирической оценки локальных экосистемных услуг, либо в рамках экологического учета, но при этом используется один и тот же подход, основанный на оценке затрат замещения, либо на стоимостной оценке услуг, которые обеспечивает ассимиляционная способность экосистем.

Так, Э. Гилберт и Р. Дженсен, П.Н. Лэл [3,4] в своих работах на примере мангровых экосистем оценивают функцию естественного стока через оценку издержек искусственного реагирования, необходимых для компенсации гипотетической утраты этой функции.

Чичильниски и Хил [5] в своей работе обосновывают, что возможные затраты для г. Нью-Йорк по строительству и эксплуатации очистных сооружений в 5–8 раз превышают затраты по охране водозаборного водохранилища Catskills Watershed, снабжающее город питьевой водой на протяжении последних двух столетий.

Д. Дж. Крейгер в своей работе [6] оценивает функцию очистки воздуха 500 000 мексиканскими деревьями в Тусоне, Аризона в 1,5 млн долл. США, что эквивалентно затратам по обеспечению аналогичного качества атмосферного воздуха с помощью технических сооружений.

Во второй категории работ, а именно в работах по экологическому учету, при оценке АП учитывается экономическая роль, которую играет ассимилирующая способность, выступая в качестве бесплатной услуги, предоставляемой окружающей средой, что равносильно безвозмездному финансированию в бухгалтерском учете. Так, Пескин, Дэло Энджелес [7] описывают проект учета экологических и природных ресурсов, в котором делается попытка оценить в стоимостном выражении услуги окружающей среды по ассимиляции отходов и отразить их стоимость в национальных счетах. Эти оценки эквивалентны расходам на инженерный контроль загрязнения, то есть стоимости удаления загрязнений, с которой столкнулось бы общество в случае отсутствия естественной ассимилирующей способности окружающей среды.

Определению и оценке АП посвящены многие работы российских ученых. Так, по мнению А.В. Кокина [8], ассимиляционный потенциал — это возможность воспроизводства качества, структуры и функции биосферы, природных комплексов и среды на основе непрерывных обменных процессов, происходящих в них. В качестве диапазона изменения АП Кокин [8] приводит следующие значения: в условиях отсутствия влияния хозяйственной деятельности человека АП считается естественным и соответствует 1, под влиянием хозяйственной деятельности человека (как возмущающего фактора) ассимиляционный потенциал изменяется и варьирует в пределах от 1 до –1. За счет инертности биосферы, природных комплексов, среды он может восстанавливаться только через некоторое время. Модифицированная природа (частично преобразованная, измененная человеком) лежит в интервале значений ассимиляционного потенциала от 1 до 0, а трансформированная (полностью переработанная

человеком природа, превращенная в искусственные ресурсы и среды) находится в интервале от 0 до (-1).

По мнению А.А. Голуб и Е.Б. Струковой [9, 10], ассимиляционный потенциал — это способность территории обезвреживать и перерабатывать загрязнители без изменения ее основных свойств, благодаря наличию у природной среды способности ассимилировать некоторое количество вредных выбросов (сбросов), появляется возможность экономии на природоохранных издержках. В конечном счете, эта экономия определяет ценность ассимиляционного потенциала природной среды, так как, с одной стороны, его наличие позволяет выбрасывать отходы производства в окружающую среду и таким образом экономить на затратах по очистке выбросов (сбросов), с другой стороны, предотвращаются потери, которые могут быть вызваны ухудшением основных свойств окружающей среды. А.А. Голуб и Е.Б. Струкова считают, что сбереженные затраты предотвращения загрязнения (или предотвращенный ущерб) определяют основу экономической оценки ассимиляционного потенциала.

А.А. Гусев [11] рассматривает ассимиляционный потенциал как особый вид природно-ресурсного потенциала, благодаря которому большинство токсичных соединений в биосфере распадаются и включаются в естественный биогеохимический цикл. По его мнению, ассимиляционный потенциал имеет ряд особенностей, отличающих его от традиционных природных ресурсов:

1. В связи с уменьшением инвестиций в создание производственного потенциала по переработке отходов способность природной среды сопротивляться воздействию человека становится на сегодняшний день не просто национальным достоянием, а важнейшим условием дальнейшего существования рода человеческого.

2. Ассимиляционный потенциал по своей направленности способствует достижению той степени чистоты окружающей среды, например, атмосферного воздуха, который придает соответствующему ресурсу свойства предмета качественного коллективного потребления.

3. Количественная оценка АП весьма затруднена из-за необходимости учета обширного комплекса факторов, влияющих на его величину. Недостаточно изучены механизмы движения и преобразования веществ в биосфере.

Т.А. Акимова называет ассимиляционный потенциал экологической техноемкостью тер-

ритории и дает ему следующее определение [12]: «Экологическая техноемкость территории (ЭТТ) — это обобщенная характеристика территории, отражающая самовосстановительный потенциал природной системы и количественно равная максимальной техногенной нагрузке, которую может выдержать и переносить в течение длительного времени совокупность всех реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств.

В трудах Т.А. Акимовой и В.В. Хаскина [12–14] ассимиляционный потенциал оценивается в условных тоннах в год, либо с применением энергетического подхода.

По их мнению [13], расчет ЭТТ в условных тоннах в год основан на эмпирически подтвержденном допущении, согласно которому ЭТТ составляет долю общей экологической емкости территории, определяемую коэффициентом вариации отклонений характеристического состава среды от естественного уровня ее колебаний. Превышение этого уровня приписывается антропогенным воздействиям, достигшим предела устойчивости природного комплекса территории.

Методика расчета ЭТТ в условных тоннах в год приводится в [13]. Если трем компонентам среды обитания — воздуху, воде и земле (включая биоту экосистем и совокупность реципиентов) — приписать соответствующие индексы 1, 2 и 3, тогда ЭТТ может быть приближенно вычислена по формуле:

$$\text{ЭТТ} = \sum_{i=1}^3 E_i X_i t_i, \quad (i = 1, 2, 3), \quad (1)$$

где ЭТТ — экологическая техноемкость территории, выраженная в единицах массовой нагрузки (у. т / год); E_i — оценка экологической емкости i -й природной среды (т / год); X_i — коэффициент вариации для естественных колебаний содержания основной субстанции в среде; t_i — коэффициент перевода массы в условные тонны (коэффициент относительной опасности примесей — у. т / т).

При использовании энергетического подхода ЭТТ оценивается с помощью интегрального критерия предельно допустимой энергетической нагрузки исходя из следующих допущений [12]:

— топливно-энергетический комплекс (ТЭК) признается одним из главных источников загрязнения окружающей среды, включая выбросы парниковых газов; при этом существует прямая зависимость между объемом загрязняющих веществ, поступающих в окружа-

ющую среду, и количеством вырабатываемой энергии;

— каждая единица произведенной энергии идет на производство товаров и услуг отраслями народного хозяйства, что, в свою очередь, создает новый виток антропогенного воздействия на окружающую среду.

Согласно данному подходу реализация энергосберегающих мероприятий становится приоритетным направлением снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

В рамках энергетического подхода Т.А. Акимовой и В.В. Хаскина предельно допустимое потребление энергии определяется по следующей формуле [13]:

$$Q_n = g (72 Rb + 123 W + 0,6 P)S - ke \cdot N, \quad (2)$$

где Q_n — предельно допустимое потребление энергии (в топливных эквивалентах) на данной территории на нужды производства и транспорта (т у. т/год); g — коэффициент антропогенной насыщенности; Rb — радиационный баланс территории [ккал/(см²·год)]; W — средний модуль поверхностного стока [м³/(га·сут.)]; P — удельная продукция сухого вещества биомассы [т/(км²·год)]; S — площадь территории, км²; ke — нормативный минимум бытового расхода энергии на одного человека

[(т у. т/чел.·год)]; N — общая численность населения территории, чел.

В таблице 1 обобщены преимущества и недостатки рассмотренных подходов к определению ассимиляционного потенциала.

Приведенный обзор подходов к определению ассимиляционного потенциала позволил авторам сделать следующие выводы:

1. Ассимиляционный потенциал является ресурсом биосферы по обезвреживанию и переработке антропогенного потока вещества и энергии (без изменения ее основных свойств), который активно используется в процессе хозяйственной деятельности и, как и любой ресурс, исчерпаем при определенном уровне хозяйственной нагрузки на окружающую среду.

2. Наличие у территории высокого ассимиляционного потенциала создает дополнительную ценность, так как позволяет экономить на природоохранных издержках. Для большинства процессов улавливания загрязнений предельные природоохранные затраты резко возрастают, когда степень очистки приближается к 100 % [15]. По этой причине изменение ассимиляционного потенциала территории способно повлиять на эффективность хозяйственной деятельности предприятий и его необходимо учитывать в качестве управляющего параметра экономического развития региона.

Таблица 1

Преимущества и недостатки подходов к определению ассимиляционного потенциала

Подход к определению АП	Преимущества	Недостатки
АП как экосистемная услуга (Gilbert A., Janssen R., Lal P. N., Chichilnisky G., Heal G., D. J. Kreiger и др.)	Используется для анализа конкретных ситуаций; полученные стоимостные оценки могут использоваться при принятии решений о реализации проекта	Применение для принятия управленческих решений на уровне региона затруднительно, ввиду сложности расчетов из-за большого количества случаев использования АП в качестве экосистемной услуги
АП как объект экологического учета (Peskin H. M., Delos Angeles M. S. и др.)	Позволяет включить АП в систему национальных счетов как еще один вид природных ресурсов	Необходимо повсеместное принятие методологии составления национальных счетов с учетом экологического фактора на национальном и региональном уровнях
Подход А. В. Кокина	Четко заданные пределы изменения АП от 1 до -1, позволяющие судить об его состоянии	Методические сложности в расчете АП; невозможность без соответствующей модификации учитывать данный показатель в документах стратегического планирования
Подход А. А. Голуб и Е. Б. Струковой	Позволяет определить АП в стоимостном выражении	Данный подход не позволяет установить целевые значения АП
Подход А. А. Гусева	Рассматривает АП как особый вид природно-ресурсного потенциала	Отсутствие проработанного методического подхода к количественной оценке АП
Подход Т. А. Акимовой, В. В. Хаскина	Методически проработан, позволяет получить количественное значение АП	Сложность в сборе исходных данных для расчета; отсутствие исходных данных в официальной статистике
Энергетический подход Т. А. Акимовой, В. В. Хаскина	Позволяет получить точное значение АП в энергетическом эквиваленте; возможность использования при стратегическом планировании	Сложность в сборе исходных данных для расчета; отсутствие исходных данных в официальной статистике

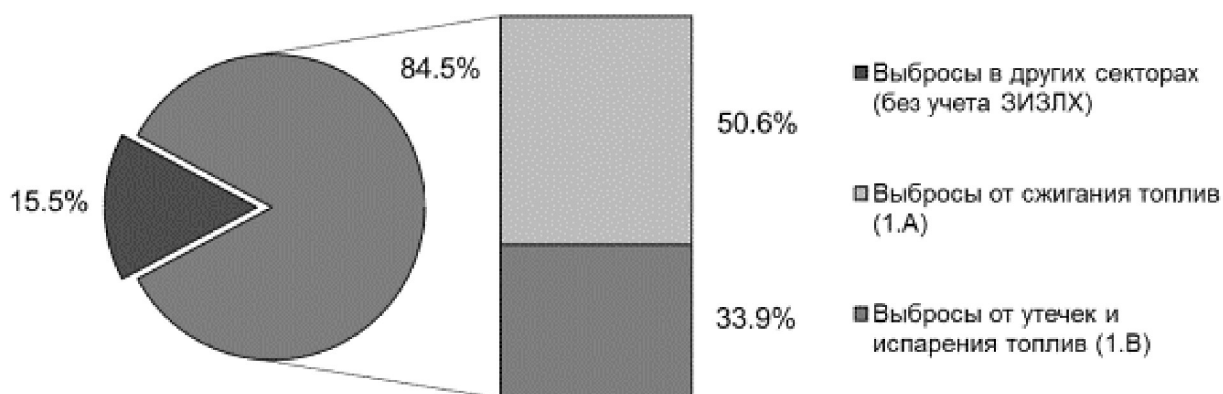
На взгляд авторов, наиболее рациональным в практическом использовании является энергетический подход к определению ассимиляционного потенциала, оцениваемый с помощью критерия предельно-допустимой энергетической нагрузки (ПДЭН), выраженной в тоннах условного топлива (т у. т.).

В рамках этого подхода антропогенное воздействие выступает в качестве эквивалента измерения ассимиляционного потенциала, что позволяет, в свою очередь, использовать данную величину в документах стратегического планирования. Применение величины «предельно допустимая энергетическая нагрузка»

при планировании развития территории является наиболее привлекательным в практике применения данного подхода.

На справедливость использования энергетического подхода для оценки ассимиляционного потенциала указывает и тот факт, что выбросы CO₂, значительным источником которых является сектор энергетики (84,5 %; рис. 1), согласно подходу WWF [16] в основном формируют экологический след (рис. 2) и представляют наибольшую угрозу ассимиляционному потенциалу.

Однако до сих пор остается открытым вопрос, связанный с определением на прак-



Прим.: ЗИЗЛХ — Сектор землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

Рис. 1. Доля сектора энергетики в совокупных выбросах парниковых газов в РФ в 2013 г. (по: Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2014гг. // Материалы климатического центра Росгидромета [Электронный ресурс]. URL: http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2016/RUS-NIR-2016_vol1.pdf (дата обращения: 04.11.2016))

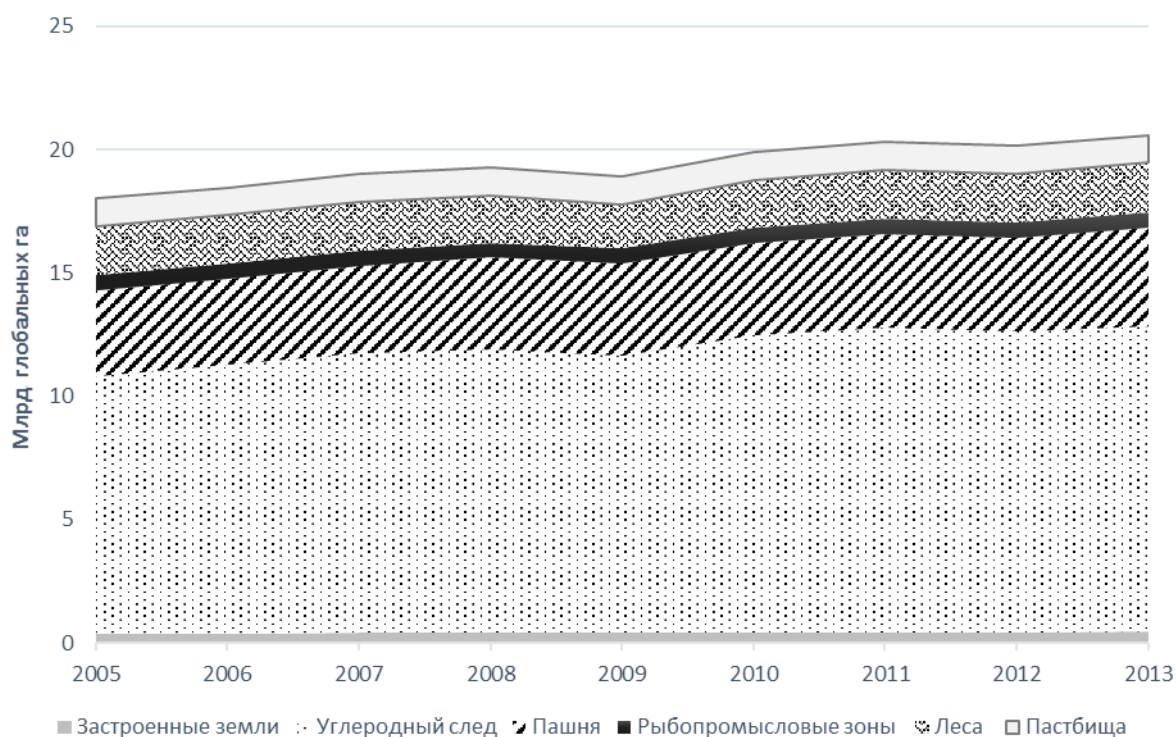


Рис. 2. Экологический след Земли [16]

тике величины предельно допустимой энергетической нагрузки (ПДЭН) на территорию. Рассмотренные подходы (табл. 1), включая подход Т.А. Акимовой и В.В. Хаскина, не позволяют реализовать его с использованием доступных статистических данных. Для решения этой проблемы авторы предлагают обратиться к способности определенных категорий земель (управляемые леса, сенокосы, пастбища, залежь) поглощать парниковые газы, поскольку последняя может быть определена количественно.

Например, если известна структура потребления топлива на территории и удельные выбросы парниковых газов от сжигания каждой категории топлива, можно определить ПДЭН как эквивалент максимального объема выбросов парниковых газов от сжигания ископаемых видов топлива, поглощаемых на территории. С точки зрения энергетического подхода именно эта гипотеза положена в основу количественного определения ассимиляционного потенциала.

Данные и методы

Согласно рассматриваемому подходу к определению ассимиляционного потенциала, в качестве оценки его величины может выступать предельно допустимая энергетическая нагрузка (ПДЭН), то есть то количество сжигаемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), которое может на протяжении длительного времени переносить эколого-экономическая система без нарушения своих основных свойств. В этом случае, соотношение фактического потребления энергии на нужды народного хозяйства, $E_{\text{факт}}$ к расчетной величине ПДЭН в топливных эквивалентах, будет служить нормативом соизмерения и сбалансированности в эколого-экономической системе. Тогда главное требование соизмерения можно выразить следующим образом:

$$E_{\text{факт}} \leq \text{ПДЭН}, \quad (3)$$

то есть фактическое потребление ТЭР должно быть меньше или равно предельно допустимой энергетической нагрузке.

Для определения ПДЭН необходимо регулярно анализировать способность территории поглощать парниковые газы. Согласно руководящим документам, разработанным Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК)¹ по составлению

национальных кадастров антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, определенные категории земель обладают способностью поглощать парниковые газы. К ним относятся управляемые леса, сенокосы, пастбища, залежь.

С учетом рекомендаций МГЭИК суммарная годовая способность территории поглощать CO_2 определяется по следующей формуле:

$$A_{\text{CO}_2} = \sum A_{\text{CO}_2 \text{уд}i} \times S_i, \quad (4)$$

где A_{CO_2} — суммарная годовая способность территории поглощать CO_2 (т CO_2); $A_{\text{CO}_2 \text{уд}i}$ — удельная годовая способность i -й категории земель поглощать CO_2 (т CO_2 / га); S_i — площадь i -й категории земель на территории (га).

Таким образом, определив суммарную способность территории поглощать CO_2 , можно рассчитать ПДЭН, которая и будет выступать оценкой ассимиляционного потенциала территории.

$$\text{ПДЭН} = A_{\text{CO}_2} / E_{\text{CO}_2 \text{уд}}, \quad (5)$$

где ПДЭН — предельно допустимая энергетическая нагрузка на территорию, т у. т., $E_{\text{CO}_2 \text{уд}}$ — удельные выбросы CO_2 при сжигании 1 т у. т. для территории, т CO_2 / т у. т.

Полученные результаты

Апробация методики расчета ПДЭН была выполнена на примере Свердловской области, территория которой подвергается высокому антропогенному воздействию. В структуре выбросов загрязняющих веществ преобладают выбросы от энергетического сектора (рис. 3).

Для расчета способности территории поглощать CO_2 использовалась формула (4). Результаты расчета суммарной способности территории поглощать CO_2 представлены в таблице 2. Исходной информацией о категориях земель Свердловской области и их площади послужили данные справочника «Земельный фонд Российской Федерации», которые отражены по состоянию на 01.01.2013 г.

Таким образом, суммарная годовая способность территории Свердловской области поглощать CO_2 (A_{CO_2}) составила 47 566 тыс. тонн CO_2 .

Величина удельных выбросов CO_2 на 1 т у. т. была принята исходя из проводимых на уровне субъектов РФ добровольных инвентаризаций выбросов парниковых газов. Расчеты выполнялись с использованием методических

¹ Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК // МГЭИК [Электронный ре-

сурс]. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/> (дата обращения: 04.03.2017).

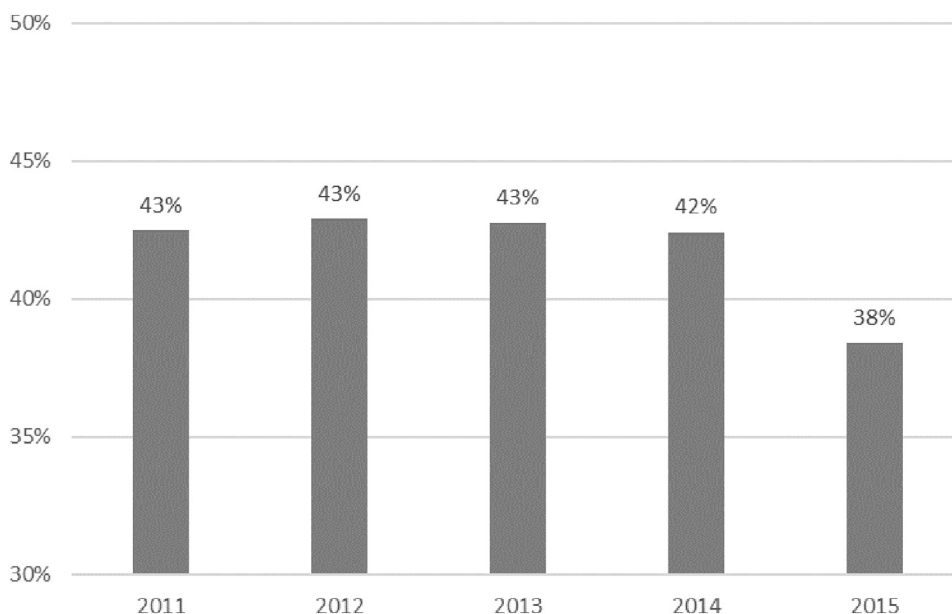


Рис. 3. Доля выбросов загрязняющих веществ предприятий по производству, распределению электроэнергии, газа и воды в совокупных выбросах от стационарных источников Свердловской области (Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2015 году» // Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области [Электронный ресурс]. URL: <https://goo.gl/6n0tKY> (дата обращения: 10.03.2017))

Таблица 2

Расчет суммарной годовой способности территории Свердловской области поглощать CO₂

Категория земель МГЭИК	Удельная годовая способность территории поглощать CO ₂ (в сотв. прим.), тонн CO ₂ /га ($A_{CO_2\text{удл}}$)	Площадь, тыс. га (S_i)	Суммарная годовая способность территории поглощать CO ₂ , тыс. тонн CO ₂ (A_{CO_2})
Управляемые леса	3,6	10 952,3	39 428,3
Сенокосы, пастбища, залежь	11,7	695,5	8 137,4
Итого	—	—	47 566

Примечание: Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2014 гг. // Материалы климатического центра Росгидромета [Электронный ресурс]. URL: http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2016/RUS-NIR-2016_vol1.pdf (дата обращения: 04.11.2016).

указаний, представленных в Распоряжении Минприроды РФ от 16.04.2015 № 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах РФ». Следует отметить, что согласно Распоряжению Правительства РФ от 02.04.2014 № 504-р «Об утверждении плана мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году», проведение инвентаризаций выбросов парниковых газов (ПГ) может стать для субъектов РФ обязательной.

Поскольку инвентаризация выбросов ПГ в Свердловской области за последние годы не проводилась, для целей проведения расчетов при определении величины удельных выбросов CO₂ на 1 т у. т. были использованы результаты исследования, проводимого в рамках

программы TACIS, по инвентаризации выбросов парниковых газов для регионов России¹.

Принятые средние удельные выбросы CO₂ на 1 т у. т. за период с 2000 по 2008 гг. ($E_{CO_2\text{удл}}$) составили 2,1 т CO₂/т у. т. Использование данного показателя в расчетах в настоящее время допустимо по той причине, что не наблюдалось замены или ввода (вывода) энергетических мощностей и существенных структурных и технологических изменений в других отраслях хозяйства, потребляющих ТЭР, поэтому авторы считают, что за анализируемый период структура топливно-энергетического баланса (ТЭБ)

¹ Кадастр антропогенных выбросов парниковых газов для Ростовской, Свердловской и Тверской областей. Исследование в рамках проекта TACIS «Продвижение инвестиций в энергосберегающие проекты в российских регионах» [Электронный ресурс]. URL: http://global-climate-change.ru/download/pier_regional_ghg_inventory_rus.pdf (дата обращения: 04.11.2016).

Свердловской области значительно не поменялась, а значит, остались без изменения и удельные выбросы ПГ на единицу сжигаемого топлива.

Проведенные по формуле (5) расчеты показывают, что ПДЭН для Свердловской области (в энергетическом эквиваленте ассимиляционная способность территории) составляет 22 650 тыс. т у. т. в год.

Полученное значение ПДЭН можно сопоставить с фактическим и прогнозным потреблением ТЭР на территории области. Согласно¹ в 2015 г. потребление ТЭР было оценено в 37 999 тыс. т у. т., в 2020 г. — 41 203 тыс. т у. т., что очевидно превышает (при неизменной структуре ТЭБ и сохранении площадей лесов, сенокосов и пастбищ) ПДЭН в 1,67 и 1,81 раз. Очевидно, что сохранение тенденции превышения антропогенной нагрузки ассимиляционной способности территории приводит к ее деградации.

Заключение

Применение предложенного подхода к определению ассимиляционного потенциала территории позволило установить, что допустимое количество сжигаемых ТЭР, которое может на протяжении длительного времени переносить эколого-экономическая система без нарушения своих основных свойств (ПДЭН),

¹ Об утверждении Стратегии развития топливно-энергетического комплекса Свердловской области до 2020 года. Приказ министра энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области от 15.06.2011 г. № 50.

ниже фактического потребления ископаемого топлива на территории области, что свидетельствует о несбалансированности в эколого-экономической системе (выражение 3) и может привести к дальнейшему ухудшению качества окружающей среды в регионе.

Для решения данной проблемы рекомендуется предпринять следующие меры:

1) повысить способность территории Свердловской области поглощать парниковые газы за счет таких категорий земель, как леса, сенокосы, пастбища (обладают наибольшей удельной поглощающей способностью);

2) изменить структуру ТЭБ за счет повышения доли возобновляемых источников энергии и природного газа, что позволит снизить величину удельных выбросов CO₂ на 1 т у. т.

В настоящее время Стратегия развития ТЭК Свердловской области предполагает постепенное изменение ТЭБ области, связанное со снижением доли угля (с 41 % в 2010 г., до 33 % к 2015 г. и до 32 % к 2020 г.), и повышением доли ядерного топлива (с 6 % в 2010 г., до 12 % к 2015 г. и до 17 % к 2020 г.) и возобновляемых источников энергии (с 3 % в 2010 г. до 5 % к 2020 г.). Осуществляемое изменение структуры ТЭБ Свердловской области позволит улучшить качество ОС, так как снизится химическое воздействие на ОС предприятий, использующих ТЭР, сократится объем выбросов парниковых газов на единицу потребляемых ТЭР, и, как следствие, будет скорректирована ПДЭН на территорию на уровне, соответствующем критерию устойчивости.

Список источников

1. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие: учеб. пособие. — М.: Прогресс-Традиция, 2000. — 416.
2. Pearce D. W., Turner R. K. Economics of Natural Resources and the Environment. — Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990. — 392 p.
3. Gilbert A., Janssen R. Use of environmental functions to communicate the values of a mangrove ecosystem under different management regimes // Ecological Economics. — 1998. — № 25 (3). — P. 323–346. — DOI: 10.1016/S0921-8009(97)00064-5.
4. Lal P. N. Conservation or Conversion of Mangroves in Fiji. Occasional Papers of the East-West Environment and Policy Institute № 11. — Hawaii: East-West Center, 1990 — 112 p.
5. Chichilnisky G., Heal G. Economic returns from the biosphere // Nature. — 1998. — Vol. 391. — P. 629–630.
6. Kreiger D. J. Economic value of forest ecosystem services: A review. — Washington, DC: The Wilderness Society, 2011 — 40.
7. Peskin H. M., Delos Angeles M. S. Accounting for environmental services: contrasting the SEEA and the ENRAP approaches // Review of Income and Wealth. — 2001. — № 47(2). — P. 2013–2019. — DOI: 10.1111/1475-4991.00012.
8. Кокин А. В. Ассимиляционный потенциал биосферы. — Ростов-н/Д.: СКАГС, 2005. — 160 с.
9. Голуб А. А., Струкова Е. Б. Экономика природных ресурсов: учеб. пособие для вузов. — М.: Экономика, 2001. — 319 с.
10. Голуб А. А., Струкова Е. Б. Экономика природопользования. — М.: Экономика, 2005. — 188 с.
11. Гусев А. А. Ассимиляционный потенциал окружающей среды в системе экономических оценок и прав собственности на природные ресурсы // Экономические проблемы природопользования на рубеже XXI века. — М.: ТЕИС, 2003. — 757 с. — С. 236–455.

12. Макроэкология и основы экоразвития : учеб. пособие / Акимова Т. А., Хаскин В. В., Сидоренко С. Н., Зыков В. Н. — М. : Издательство РУДН, 2005. — 367 с.
13. Акимова Т. А., Мосейкин Ю. Н. Экономика устойчивого развития. — М. : Экономика, 2009. — 430 с.
14. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Основы экоразвития : учеб. пособие. — М. : Российская экономическая академия, 1994. — 312 с.
15. Лотош В. Е. Экономика природопользования. — Екатеринбург: УрГУПС, 2007. — 449 с.
16. WWF. 2016. Living Planet Report 2016: Summary. WWF, Gland, Switzerland. — 36.

Информация об авторах

Белик Ирина Степановна — доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономической безопасности производственных комплексов, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: irinabelik2010@mail.ru).

Стародубец Наталья Владимировна — кандидат экономических наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, И512; e-mail: n.v.starodubets@gmail.com).

Ячменева Алена Игоревна — аспирант, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Российская Федерация, 620072, г. Екатеринбург, ул. Сыромолотова, 21А; e-mail: alena.yachmenewa@yandex.ru).

For citation: Belik, I. S., Starodubets, N. V. & Yachmeneva, A. I. (2017). Energy Approach to Measure the Region's Assimilative Capacity. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 13(4), 1211-1220

I. S. Belik, N. V. Starodubets, A. I. Yachmeneva
Ural Federal University (Ekaterinburg, Russian Federation)

Energy Approach to Measure the Region's Assimilative Capacity

One of the important problems of the environmental economics is the development of methodology for quantifying the assimilative capacity (AC) of a territory. The article analyzes the existing approaches to determining and assessing the AC of a territory. We justify the advantages of using the energy approach. The authors' method consists in using the maximum permissible energy load (MPEL) for quantitative assessment of the AC of a territory. MPEL is a value that the ecological and economic system can withstand for a long time without changing its properties. We determine MPEL on the basis of data on the ability of various categories of land to absorb greenhouse gases (GHG), as well as the specific GHG emissions per ton of conventional fuel. Further, we compare the calculated value of MPEL in fuel equivalents with the actual consumption of fuel resources for the needs of the national economy. These values ratio can serve as a standard for measuring and balancing the environmental and economic system. The authors have validated the described method on the example of the Sverdlovsk region, which is characterized by a high level of man's impact. Calculations show that the actual consumption of fossil fuels in the region exceeds MPEL. That indicates an imbalance in the ecological and economic system and may lead to further deterioration of the environmental quality in the region. The proposed methodological approach and calculations can be used when developing strategic planning documents for a territory, including its energy strategy.

Keywords: sustainable development, assimilative capacity, man's impact, energy approach, maximum permissible energy load, greenhouse gas emissions, absorbing capacity of the territory, fuel and energy balance, energy saving, energy strategy, regional planning

References

1. Danilov-Danilyan, V. I. & Losev, K. S. (2000). *Ekologicheskiy vyzov i ustoychivoye razvitiye: ucheb. posobie [Environmental challenge and sustainable development: textbook]*. Moscow: Progress-Traditsiya Publ., 416. (In Russ.)
2. Pearce, D. W. & Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 392.
3. Gilbert, A. & Janssen, R. (1998). Use of environmental functions to communicate the values of a mangrove ecosystem under different management regimes. *Ecological Economics*, 25(3), 323–346. DOI: 10.1016/S0921-8009(97)00064-5.
4. Lal, P. N. (1990). *Conservation or Conversion of Mangroves in Fiji. Occasional Papers of the East-West Environment and Policy Institute № 11*. Hawaii: East-West Center, 112.
5. Chichilnisky, G. & Heal, G. (1998). Economic returns from the biosphere. *Nature*, 391, 629–630.
6. Kreiger, D. J. (2011). *Economic value of forest ecosystem services: A review*. Washington, DC: The Wilderness Society, 40.
7. Peskin, H. M. & Delos Angeles, M. S. (2001). Accounting for environmental services: contrasting the SEEA and the ENRAP approaches. *Review of Income and Wealth*, 47(2), 2013–2019. DOI: 10.1111/1475-4991.00012.
8. Kokin, A. V. (2005). *Assimilyatsionnyy potentsial biosfery [Population carrying capacity of the biosphere]*. Rostov on Don: SKAGS Publ., 160. (In Russ.)
9. Golub, A. A. & Strukova, E. B. (2001). *Ekonomika prirodnikh resursov: ucheb. posobie dlya vuzov [Economy of natural resources: textbook for higher education institutions]*. Moscow: Ekonomika Publ., 319. (In Russ.)

10. Golub, A. A. & Strukova, E. B. (2005). *Ekonomika prirodopolzovaniya [Environmental management economy]*. Moscow: Ekonomika Publ., 188. (In Russ.)
11. Gusev, A. A. (2003). Assimilyatsionnyy potentsial okruzhayushchey sredy v sisteme ekonomicheskikh otsenok i prav sobstvennosti na prirodnye resursy [Population carrying capacity of the environment in the system of economic estimates and the property rights to natural resources]. *Ekonomicheskie problemy prirodopolzovaniya na rubezhe XXI veka [Economic problems of environmental management at a turn of the 21st century]*. Moscow: TEIS Publ., 757. (236–455). (In Russ.)
12. Akimova, T. A., Khaskin, V. V., Sidorenko, S. N. & Zykov, V. N. (2005). *Makroekologiya i osnovy ekorazvitiya: ucheb. posobie [Macroecology and ecodevelopment foundations: textbook]*. Moscow: RUDN Publ., 367. (In Russ.)
13. Akimova, T. A. & Moseykin, Yu. N. (2009). *Ekonomika ustoychivogo razvitiya [Economy of sustainable development]*. Moscow: Ekonomika Publ., 430. (In Russ.)
14. Akimova, T. A. & Khaskin, V. V. (1994). *Osnovy ekorazvitiya: ucheb. posobie [Ecodevelopment foundations: textbook]*. Moscow: Rossiyskaya ekonomicheskaya akademiya Publ., 312. (In Russ.)
15. Lotosh, V. E. (2007). *Ekonomika prirodopolzovaniya [Environmental economics]*. Ekaterinburg: UrGUPS Publ., 449. (In Russ.)
16. WWF 2016. *Living Planet Report 2016: Summary*. WWF, Gland, Switzerland. 36.

Authors

Irina Stepanovna Belik — Doctor of Economics, Associate Professor, Professor, Department of Economic Security of Industrial Complexes, Ural Federal University (19, Mira St., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation; e-mail: irinabelik2010@mail.ru).

Natalya Vladimirovna Starodubets — PhD in Economics, Associate Professor, Ural Federal University (19, Mira St., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation; e-mail: n.v.starodubets@gmail.com).

Alena Igorevna Yachmeneva — PhD Student, Ural Federal University (21A, Syromolotova St., Ekaterinburg, 620072, Russian Federation; e-mail: alena.yachmenewa@yandex.ru).